

Beschreibung

STRÖMUNGSMASCHINE MIT EINEM AXIAL VERSCHIEBBAREN ROTOR

5

Die Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine, insbesondere einen axial durchströmten Verdichter für eine Gasturbine, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

- 10 An Generatoren angekoppelte Gasturbinen werden zur Umwandlung von fossiler Energie in elektrische Energie eingesetzt. Eine Gasturbine weist dazu entlang ihrer Rotorwelle einen Verdichter, eine Brennkammer und eine Turbineneinheit auf. Beim Betrieb der Gasturbine saugt der Verdichter Umgebungsluft an
15 und verdichtet diese. Anschließend wird die verdichtete Luft mit einem Brennmittel vermischt und der Brennkammer zugeführt. Dort verbrennt das Gemisch zu einem heißen Arbeitsmedium und strömt dann in die Turbineneinheit, in der Schaufeln vorgesehen sind. Die am Gehäuse der Turbineneinheit befestigten
-20- Leitschaufeln lenken dabei das Arbeitsmedium auf die am Rotor befestigten Laufschaufeln, so dass diese den Rotor in eine Drehbewegung versetzen. Die so aufgenommene Rotationsenergie wird dann durch den am Rotor angekoppelten Generator in elektrische Energie umgewandelt. Ferner wird sie zum Antrieb
25 des Verdichters benutzt.

- Aus der WO 00/28190 ist eine Gasturbine mit einem Verdichter bekannt, dessen Rotor zur Einstellung des Radialspaltes, welcher zwischen den Spitzen der Turbinenlaufschaufeln und dem
30 Innengehäuse gebildet ist, entgegen der Strömungsrichtung des Arbeitsmediums verschoben wird. Dabei werden die Radialspalte der Turbineneinheit verkleinert, was zu einer wesentlichen Verringerung von Strömungsverlusten in der Turbineneinheit und somit zu einer Wirkungsgradsteigerung der Gasturbine
35 führt. Gleichzeitig werden jedoch die Radialspalte im Verdichter vergrößert, was die Strömungsverluste im Verdichter

erhöht. Trotz der Verluste im Verdichter führt die Verschiebung des Rotors zu einer Leistungssteigerung der Gasturbine.

Des Weiteren offenbart die US 5,056,986 eine Gasturbine mit
5 einem Verdichter, in dem alternierend Kränze aus
Leitschaufeln und Laufschaufeln hintereinander angeordnet
sind. Die Leitschaufeln sind in einem den Rotor umgreifenden
Befestigungsring kopfseitig festgelegt und die Laufschaufeln
sind jeweils mit Deckbändern ausgestattet, die einen
10 kopfseitigen Deckbandring bilden, welcher dem Gehäuse unter
Bildung eines Radialspaltes gegenüberliegt. Die Radialspalte
verlaufen dabei in paralleler Richtung zur Drehachse.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Strömungsma-
15 schine mit einem axial verschiebbaren Rotor anzugeben, deren
Strömungsverluste bei einer axialen Verschiebung des Rotors
zumindest nicht vergrößert werden.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.
-20 -- Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen an-
gegeben.

Die Lösung der Aufgabe sieht vor, dass das Maß jedes Radial-
spaltes zwischen dem Ende einer jeden freistehenden Lauf- und
25 Leitschaufel und dem gegenüberliegenden axialen Abschnitt der
Begrenzungsfläche mindestens über den Verschiebeweg des
Rotors konstant ist und der Radialspalt parallel zur
Drehachse des Rotors verläuft. Die Lösung geht dabei von der
Erkenntnis aus, dass die Strömungsverluste bei einer
30 Verschiebung des Rotors nicht vergrößert werden, wenn der
Radialspalt zwischen feststehenden und rotierenden
Komponenten über den Verschiebeweg des Rotors konstant
bleibt. Dazu sind im Strömungskanal die den Radialspalt
formenden Komponenten, wie das Ende einer Lauf- bzw.
35 Leitschaufel und der ihr gegenüberliegenden Begrenzungs- bzw.
Führungsfläche, parallel zur Rotordrehachse ausgebildet. Bei
einer Verschiebung des Rotors in Axialrichtung bleibt somit

das Maß jedes Radialspaltes konstant. Dies ist insbesondere für einen Strömungskanal eines Verdichters einer Gasturbine von Vorteil.

- 5 Somit wurde sich von der bisherigen Einschränkung abgewendet, bei der der von den inneren und äußeren Führungsflächen gebildete axiale Konturverlauf eines Strömungskanals nach rein aerodynamischen Anforderungen ausgelegt und geformt wurde. Der erfindungsgemäße Strömungskanal wurde entsprechend
10 der neuen Anforderung - die Verschiebbarkeit des Rotors bei Einsatz einer freistehenden Beschaufelung - nun gestaltet.

- 15 In einer vorteilhaften Weiterbildung ist zumindest teilweise die äußere Führungsfläche für das Strömungsmedium durch die Oberseite der Plattformen der Leitschaufeln gebildet, die dem Leitprofil zugewandt ist. Hierdurch wird erreicht, dass das Strömungsmedium von den Plattformen der Leitschaufeln geführt wird.

- 20 In einer weiteren Ausgestaltung ist zumindest teilweise die innere Führungsfläche durch die Oberseite der Plattformen der Laufschaufeln gebildet, die den Laufprofil zugewandt ist. Somit wird das Strömungsmedium von der inneren Führungsfläche geführt.

- 25 Wenn die Oberseiten der Plattformen der Lauf- bzw. Leitschaufeln in Axialrichtung gegenüber der Verschieberichtung geneigt sind, so erfolgt die nötige Verjüngung des Strömungskanals in Axialrichtung an den festen Enden der Lauf- bzw.
30 Leitschaufeln. An dieser Stelle ist kein Radialspalt vorhanden, dessen Maß sich aufgrund der Verschiebung des Rotors ändern würde.

- 35 Eine vorteilhafte Maßnahme schlägt vor, dass in den axialen Teilabschnitten, in denen Leitprofile angeordnet sind, die innere Führungsfläche zylindrisch und die äußere Führungsfläche geneigt, insbesondere konisch, zur Drehachse

verläuft. Die für die Strömungsmaschine notwendige Veränderung des Strömungsquerschnittes des Strömungskanals erfolgt für den betrachteten Teilabschnitt, d.h. für den Leitschaufelkranz, somit jeweils lediglich an der Begrenzungsseite des Strömungskanals, an dem keine Radialspalte existieren.

Gleiches gilt für die vorteilhafte Ausgestaltung eines Laufschaufelkranzes, bei der in den axialen Teilabschnitten, in dem Laufprofile angeordnet sind, die äußere Führungsfläche zylindrisch und die innere Führungsfläche geneigt, insbesondere konisch, zur Drehachse verläuft. Dabei wird unter einer geneigten Führungsfläche verstanden, dass die von der zylindrischen Form abweichende Führungsfläche den Querschnitt des Strömungskanals in Axialrichtung divergierend oder konvergierend ausbildet.

Besonders bevorzugt ist die alternierende Aneinanderreihung von vorstehend ausgebildeten Leitschaufelkränzen und Laufschaufelkränzen, so dass sowohl die inneren als auch für die äußeren Führungsfläche jeweils einen in Axialrichtung „wellenförmigen“ Konturverlauf aufweisen, d.h. in Axialrichtung wechseln sich geneigte und zylindrische Konturen der Führungsflächen ab, wobei innerhalb eines Teilabschnittes einer zylindrischen Kontur jeweils eine geneigte Kontur gegenüberliegt und umgekehrt. Dies führt zu jeweils zu einer wechselseitigen Änderung der inneren und äußeren Führungsflächen des Strömungskanals. Insbesondere wendet sich diese Ausgestaltung von der rein aerodynamischen Auslegung des Strömungskanals ab.

Besonders vorteilhaft ist die Ausgestaltung, bei der die äußere Führungsfläche und der sich in Axialrichtung erstreckende Abschnitt der Führungsfläche, der den freien Enden der Laufschaufel eines Laufschaufelkranzes gegenüberliegt, mittels eines Führungsringes gebildet wird. Somit ist eine einfache und kostengünstige Ausgestaltung möglich.

Besonders vorteilhaft ist die Strömungsmaschine als ein axial durchströmter Verdichter einer Gasturbine ausgebildet. Die Axialverschiebung des Rotors entgegen der Strömungsrichtung des Strömungsmediums führt in der Turbineneinheit zu sich verkleinernden und wirkungsgradsteigernden Radialspalten, wohingegen die Radialspalte im Verdichter konstant bleiben. Strömungsverluste im Verdichter werden somit trotz der Verschiebung des gemeinsamen Rotors konstant gehalten. Generell führt dies zu einer weiter gesteigerten Leistungsabgabe, verglichen mit der des Standes der Technik.

Die Erfindung wird anhand von Zeichnungen erläutert. Dabei zeigen die Figuren:

Fig. 1 Eine Gasturbine in einem Längsteilschnitt,

Fig. 2 eine abschnittsweise zylindrische Kontur eines Strömungskanals eines Verdichters,

Fig. 3 die Kontur des Strömungskanals gemäß Fig. 2 mit einem axial verschobenen Rotor,

Fig. 4 die Kontur eines Strömungskanals des weiteren Verdichters.

Die Fig. 1 zeigt eine Gasturbine 1 in einem Längsteilschnitt. Sie weist im Inneren einen um eine Drehachse 2 drehgelagerten Rotor 3 auf, der auch als Turbinenläufer oder Rotorwelle bezeichnet wird. Entlang des Rotors 3 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 4, ein Verdichter 5, eine torusartige Ringbrennkammer 6 mit mehreren koaxial angeordneten Brennern 7, eine Turbineneinheit 8 und das Abgasgehäuse 9.

Im Verdichter 5 ist ein ringförmiger Verdichterkanal 10 vorgesehen, der sich in Richtung der Ringbrennkammer 6 im Querschnitt verjüngt. Am brennkammerseitigen Ausgang des Verdicht-

ters 5 ist ein Diffusor 11 angeordnet, der mit der Ringbrennkammer 6 in Strömungsverbindung steht. Die Ringbrennkammer 6 bildet einen Verbrennungsraum 12 für ein Gemisch aus einem Brennmittel und verdichteter Luft. Ein in der Turbineneinheit 5 8 angeordneter Heißgaskanal 13 ist mit dem Verbrennungsraum 12 in Strömungsverbindung, wobei dem Heißgaskanal 13 das Abgasgehäuse 9 nachgeordnet ist.

Im Verdichterkanal 10 und im Heißgaskanal 13 sind jeweils 10 Schaufelkränze angeordnet. Abwechselnd folgt einem aus Leitschaufeln 14 gebildeten Leitschaufelkranz 15 jeweils ein aus Laufschaufeln 16 gebildeter Laufschaufelkranz 17. Die feststehenden Leitschaufeln 14 sind dabei mit einem oder mehreren Leitschaufelträgern 18 verbunden, wohingegen die Laufschaufeln 16 mittels einer Scheibe 19 am Rotor 3 befestigt sind. 15

Die Turbineneinheit 8 weist einen sich konisch erweiternden Heißgaskanal 13 auf, dessen äußere Führungsfläche 21 sich konzentrisch in Strömungsrichtung des Arbeitsfluids 20 erweitert. Die innere Führungsfläche 22 ist dagegen im wesentlichen parallel zur Drehachse 2 des Rotors 3 ausgerichtet. Die Laufschaufeln 16 weisen an ihren freien Enden Anstreifkanten 29 auf, die mit den ihr gegenüberliegenden äußeren Führungsflächen 21 einen Radialspalt 23 bildet. 20

25 Während des Betriebs der Gasturbine 1 wird vom Verdichter 5 durch das Ansauggehäuse 4 Luft angesaugt und im Verdichterkanal 10 verdichtet. Die am brennerseitigen Ende des Verdichters 5 bereitgestellt Luft L wird durch den Diffusor 11 zu 30 den Brennern 7 geführt und dort mit einem Brennmittel vermischt. Das Gemisch wird dann unter Bildung des Arbeitsfluids 20 im Verbrennungsraum 10 verbrannt. Von dort aus strömt das Arbeitsfluid 20 in den Heißgaskanal 13. An den in der Turbineneinheit 8 angeordneten Laufschaufeln 16 entspannt sich das 35 Arbeitsfluid 20 impulsübertragend, so dass der Rotor 3 angetrieben wird und mit ihm eine an ihn angekoppelte Arbeitsmaschine (nicht dargestellt).

Ein eintrittsseitiges Verdichterlager 32 dient neben der Axial- und Radiallagerung als Verstelleinrichtung für eine Verschiebung des Rotors. Dabei wird zur Leistungssteigerung
5 der Gasturbine 1 der Rotor 2 im stationären Zustand von einer Ausgangslage in eine stationäre Betriebslage entgegen der Strömungsrichtung des Arbeitsfluids 20, in Fig. 1 nach links, verschoben. Dadurch wird der in der Turbineneinheit 8 von Laufschaufeln 16 und der äußeren Führungsfläche 21 gebildete
10 Radialsplatt 23 verkleinert. Dies führt zu einer Verminderung der Strömungsverluste in der Turbineneinheit 8 und somit zu einer Wirkungsgradsteigerung der Gasturbine 1.

In Fig. 2 ist ein Abschnitt des Ringkanals des Verdichters 5 mit zwei Laufschaufelkränzen 17 und mit einem dazwischenliegenden Leitschaufelkranz 15 dargestellt. Der Ringkanal ist dabei als Strömungskanal 24 für das Strömungsmedium 26 Luft ausgebildet. Die äußere Führungsfläche 21 ist in Fig. 2 und Fig. 3 mit der äußeren Begrenzungsfläche 37 und die innere
--20 Führungsfläche 22 mit der inneren Begrenzungsfläche 36 identisch.

In Fig. 2 befindet sich der Rotor 3 in seiner Ausgangslage. Die Leitschaufeln 14 des Leitschaufelkranzes 15 sind an einer außenliegenden Wand drehfest befestigt, wohingegen die Laufschaufeln 16 an dem Rotor 3 des Verdichters 3 angeordnet
25 sind. Jede Laufschaufel 16 weist an ihrem festen Ende jeweils eine Plattform 25 auf, deren Oberflächen den Verdichterkanal 10 nach innen begrenzen. Ebenso weist jede Leitschaufel 14 an ihrem festen Ende eine Plattform 25 auf, die den Verdichterkanal 10 nach außen hin begrenzen. Von der Plattform 25 der Laufschaufel 16 (bzw. der Leitschaufel 14) aus erstreckt sich
30 ein Laufprofil 27 (bzw. ein Leitprofil 28) in den Verdichterkanal 10 hinein, welches beim Betrieb des Verdichters 5 die Luft L verdichtet. Die freien Enden der Lauf- bzw. Leitprofile 27, 28, welche den plattformseitigen Enden gegenüberliegen, sind als Anstreifkanten 29 ausgebildet und liegen unter
35

Bildung des Radialspaltes 23 jeweils Führungsrings 30 gegenüber.

In Axialrichtung gesehen ist in einem Teilabschnitt, d. h.
5 die axiale Länge eines Schaufelkranzes einschließlich eines
später erläuterten Verschiebewegs V, der Radialspalt 23
jeweils parallel zu Drehachse 2 ausgerichtet, d.h. der
Führungsrings 30 und die Anstreifkante 29 erstrecken sich
10 zylindrisch zur Drehachse 2. Die im Teilabschnitt
angeordneten Plattformen 25 hingegen sind jeweils zur
Drehachse 2 des Rotors 3 geneigt, so dass in Axialrichtung
betrachtet sich eine Verjüngung des Strömungskanals 24
ergibt. Es ergibt sich eine zylindrische Kontur des
15 Strömungskanals 24 in den Bereichen der sich radial
gegenüberliegenden feststehenden und rotierenden Komponenten,
die in Axialrichtung gesehen abschnittsweise und
Radialrichtung innerhalb bzw. außerhalb der Leit- bzw.
Laufprofile liegen. Somit verläuft in Axialrichtung sowohl
die äußere Führungsfläche 21 als auch innere Führungsfläche
20 22 abwechselnd zylindrisch und geneigt zur Drehachse 2 des
Rotors 3, wobei der zylindrischen Führungsfläche 21, 22
jeweils in Radialrichtung des Rotors 3 betrachtet einer
geneigten Führungsfläche 21, 22 gegenüberliegt.

25 In Fig. 3 ist der Rotor 3 gegenüber den drehfesten Komponenten
der Gasturbine 1 entgegen der Strömungsrichtung des Strömungs-
mediums 26 in seine stationäre Betriebslage verschoben.
Zum Vergleich ist seine Ausgangslage in gestrichelter Linien-
art angedeutet. Trotz der Verschiebung des Rotors 3 bleibt
30 das Maß des Radialspaltes 23 konstant, so dass die Strömungs-
verluste im Verdichter 5 nicht vergrößert werden. Dazu ist
über die axiale Länge eines Abschnitts A der Führungsrings 30
und die Anstreifkante 29 parallel zur Drehachse 2 des Rotors
ausgebildet. Der Abschnitt A setzt sich dabei aus der axialen
35 Länge der Anstreifkanten 29 und dem axialen Verschiebeweg V
zusammen. Verglichen mit der Lösung des Standes der Technik
führt die neue Lösung zu einer weiteren Leistungssteigerung.

der Gasturbine 1, da mit der Verschiebung des Rotors 3 die im Verdichter 5 entstehenden Verluste konstant geblieben sind.

Fig. 4 zeigt einen Ausschnitt aus dem Strömungskanal 26 des Verdichters 3, bei dem jede Leitschaufel 14 an ihrem dem Rotor 3 zugewandten Ende jeweils eine zweite Plattform 31 aufweist. Die weiteren Plattformen 31 der Leitschaufeln 14 des Leitschaufelkranzes 15 bilden dabei einen den Rotor 3 umgreifenden Ring. Die dem Leitprofil 28 zugewandte Oberflächen der weiteren Plattformen 31 bilden für das Strömungsmedium 26 die innere Führungsfläche 22. Eine der Führungsflächen 22 abgewandte Rückseite 34 der Plattform 31, 34 liegt einer Begrenzungsfläche 36 gegenüber. Zwischen der Rückseite 34 der Plattform 31 und der Begrenzungsfläche 36 ist der zur Drehachse 2 parallel verlaufende Radialspalt 23 gebildet.

Die Laufschaufeln 16 sind an den Scheiben 19 des Rotors 3 befestigt. Dabei weisen die Laufschaufeln 16 zwischen dem Laufprofil 27 und der Scheibe 19 Plattformen 25 auf, deren Oberflächen dem Laufprofil 27 zugewandt sind. Sie sind als innere Führungsflächen 22 und gleichzeitig als Begrenzungsflächen 36 für den Verdichterkanal 10 ausgebildet und begrenzen den Strömungskanal 24. Jedes Laufprofil 27 weist weitere Plattformen 31 an ihren freien Enden auf, deren dem Laufprofil 27 zugewandte Oberfläche als innere Führungsflächen 22 den Strömungskanal 24 formen. Die weiteren Plattformen 31 weisen an ihrer der Führungsfläche 21, 22 gegenüberliegenden Rückseite 34 jeweils eine Umfangsfläche auf, die der Begrenzungsfläche 36 des Ringkanals 10 gegenüberliegt. Dadurch wird hier zwischen der inneren Begrenzungsfläche 36 und der inneren Führungsfläche 22 der Radialspalt 23 geformt, der in Axialrichtung gesehen parallel zur Drehachse 2 des Rotors 3 verläuft. Im Radialspalt 23 ist jeweils eine Labyrinthdichtung 38 angeordnet, die Strömungsverluste im Strömungsmedium 26 verhindert.

Sind an den Enden der Leitschaufeln 14 bzw. Laufschaufeln 16 weitere Plattformen 31 vorgesehen, so müssen die Führungsflächen 21, 22 nicht mehr zylindrisch zur Drehachse 2 geformt sein, da nicht sie den Radialspalt 23 begrenzen. Nur die
5 Rückseite 34 der weiteren Plattformen 31 muss hier zylindrisch geformt sein, damit bei der Verschiebung des Rotors 3 der Radialspalt 23 konstant bleibt.

Ferner ist ein Strömungskanal 24 denkbar, in dem Leitschaufeln 16 mit weiteren Plattformen 31 einen Leitschaufelkranz 15 bilden, dem ein Laufschaufelkranz 17 mit freistehenden Laufschaufeln 16 folgt.
10

Patentansprüche

1. Strömungsmaschine, insbesondere ein axial durchströmter
5 Verdichter (5) für eine Gasturbine (1),
mit einem axial verschiebbaren Rotor (3) und
mit einem in einem Gehäuse vorgesehenen Ringkanal, der
zwischen einer drehfesten äußeren Führungsfläche (21, 22)
10 und einer am Rotor (3) angeordneten inneren Führungs-
fläche (21, 22) einen ringförmigen sich in Axialrichtung
verjüngenden Strömungskanal (24) bildet,
mit mindestens einem im Ringkanal angeordneten festste-
henden Kranz (15) aus Leitprofilen (28) und mit mindes-
15 tens einem Kranz (17) aus am Rotor befestigten Laufprofi-
len (27), die sich jeweils zwischen einer Plattform (25)
und einem der Plattform (25) gegenüberliegendem
freistehendem Ende einer Lauf- bzw. Leitschaufel (14, 16)
erstrecken,
wobei das Ende jeder Lauf- und Leitschaufel (14, 16)
- 20 jeweils einem axialen Abschnitt (A) einer der beiden
Führungsfläche (21, 22) jeweils unter Bildung eines
Radialspaltes (23) gegenüberliegt,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Maß jedes Radialspaltes (23) zwischen dem Ende einer
25 jeden Lauf- bzw. Leitschaufel (14, 16) und dem gegenüber-
liegenden axialen Abschnitt (A) der Begrenzungsfläche
(36, 37) mindestens über den Verschiebeweg des Rotors (3)
konstant ist und der Radialspalt (23) parallel zur Dreh-
achse (2) des Rotors (3) verläuft.
30
2. Strömungsmaschine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
zumindest teilweise die äußere Führungsfläche (21) durch
die Oberseite der Plattformen (25) der Leitschaufeln (14)
35 gebildet ist, die dem Leitprofil (28) zugewandt ist.

3. Strömungsmaschine nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
zumindest teilweise die innere Führungsfläche (22) durch
die Oberseite der Plattformen (25) der Laufschaufeln (16)
5 gebildet ist, die dem Laufprofil (27) zugewandt ist.
4. Strömungsmaschine nach Anspruch 2 und 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Oberseiten der Plattformen (25) der Lauf- bzw. Leit-
10 schaufeln (14, 16) in Axialrichtung gegenüber der Ver-
schieberichtung V geneigt sind, so dass sich der Strö-
mungskanal (24) in Axialrichtung verjüngt.
5. Strömungsmaschine nach zumindest einem der vorangehenden
15 Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die innere Führungsfläche (21) in den axialen
Teilabschnitten, in denen Leitprofile angeordnet sind,
zylindrisch und die äußere Führungsfläche geneigt,
20 insbesondere konisch, zur Drehachse verläuft.
6. Strömungsmaschine nach zumindest einem der vorangehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 die äußere Führungsfläche (21) in den axialen
Teilabschnitten, in dem Laufprofile angeordnet sind,
zylindrisch und die innere Führungsfläche geneigt,
insbesondere konisch, zur Drehachse verläuft.
- 30 7. Strömungsmaschine nach Anspruch 5 und 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Teilabschnitte in Strömungsrichtung gesehen
alternierend angeordnet sind.
- 35 8. Strömungsmaschine nach zumindest einem der vorangehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

die äußere Führungsfläche (21) und der sich in Axialrichtung erstreckende Abschnitt A der äußeren Führungsfläche (21), der den Enden der Laufschaufel (16) eines Laufschaufelkranzes (17) gegenüberliegt, mittels eines Führungsrings (30) gebildet wird.

- 5
9. Strömungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 10 die Strömungsmaschine als ein axial durchströmter Verdichter (5) einer Gasturbine (1) ausgebildet ist.

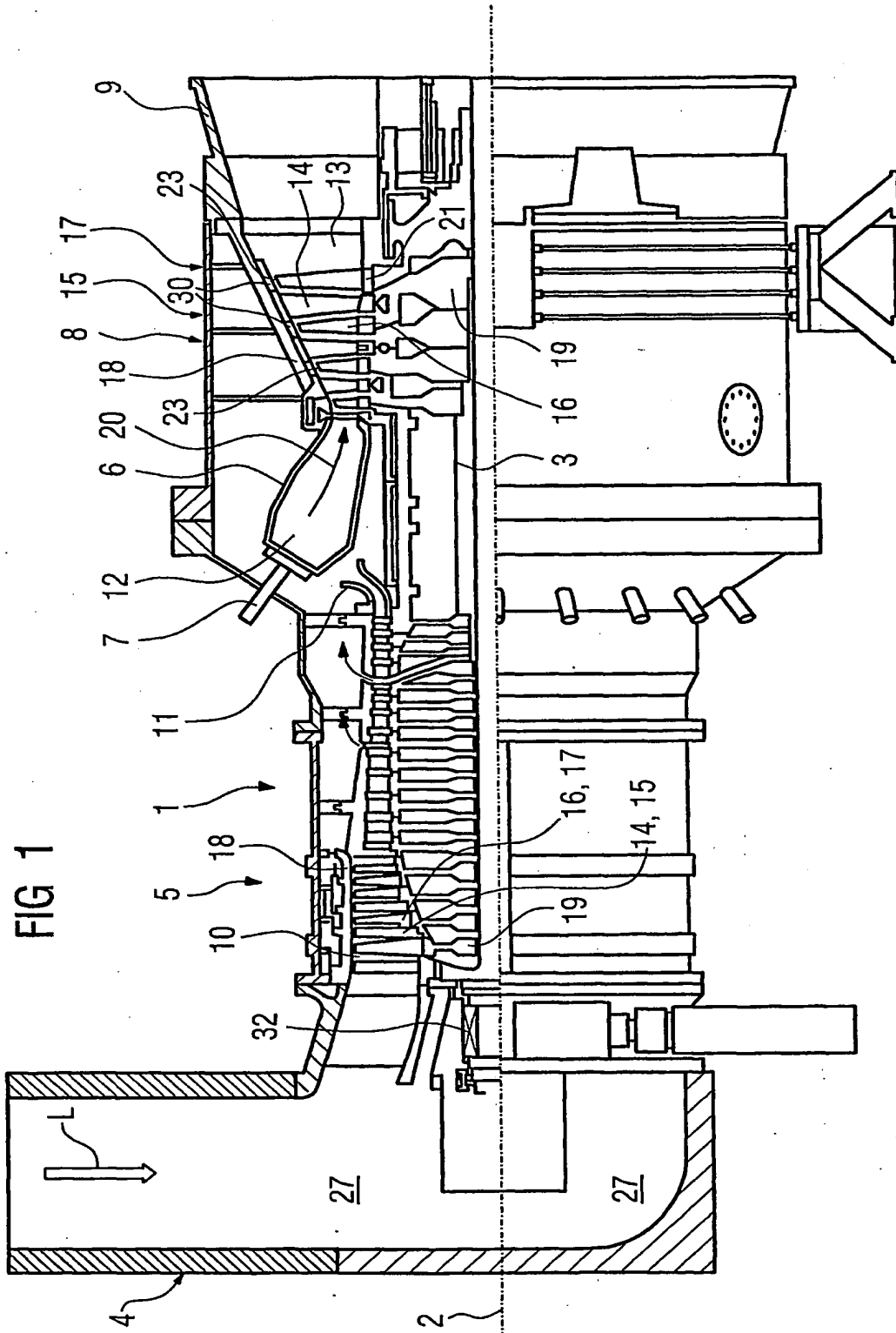
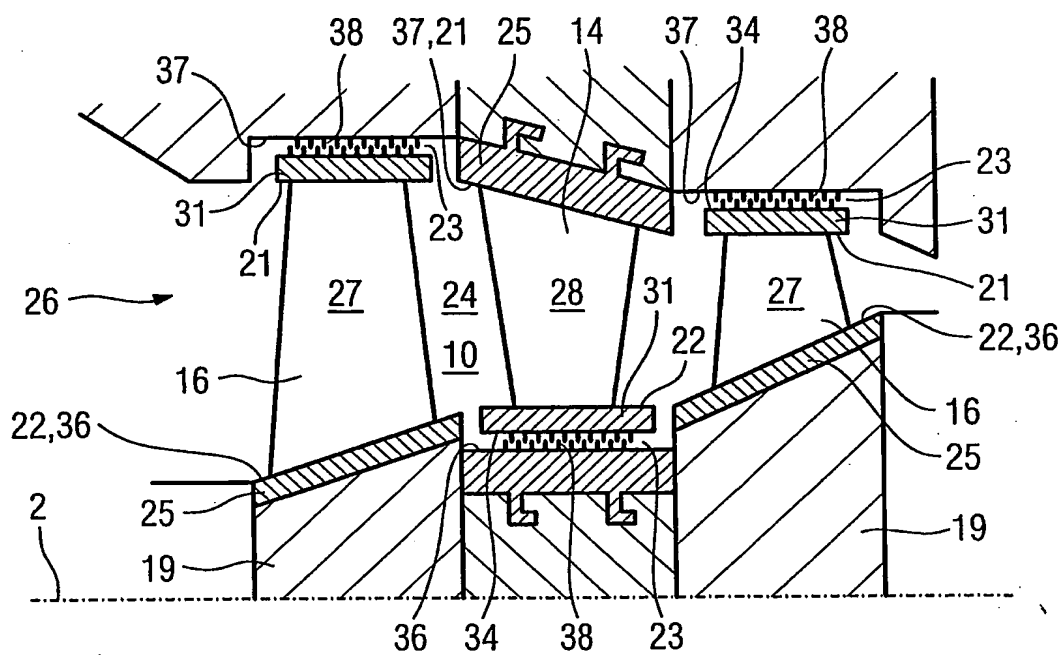


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/000498

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F01D11/22 F01D11/02 F04D29/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01D F04D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 056 986 A (SILVESTRI JR GEORGE J ET AL) 15 October 1991 (1991-10-15) column 1, line 12 - column 2, line 39 column 3, line 64 - column 4, line 66 abstract; claim 1; figures 1,3,6,7A	1-9
A	WO 00/28190 A (REICHERT ARND ;BECKER BERNARD (DE); SIEMENS AG (DE)) 18 May 2000 (2000-05-18) cited in the application page 10, line 11 - line 23 page 12, line 18 - page 13, line 7 page 16, line 6 - line 30 abstract; figures 1,6 ----- -/-	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 March 2005

Date of mailing of the international search report

11/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

O'Shea, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/000498

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US 2003/223863 A1 (YURI MASANORI ET AL) 4 December 2003 (2003-12-04) paragraph '0002! paragraph '0012! paragraph '0036! - paragraph '0038! paragraph '0053! - paragraph '0054! figures</p> <p>-----</p>	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/000498

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5056986	A	15-10-1991	CA 2030463 A1	23-05-1991
			CN 1051961 A	05-06-1991
			ES 2026797 A6	01-05-1992
			IT 1244079 B	05-07-1994
			JP 2972323 B2	08-11-1999
			JP 3179107 A	05-08-1991
			KR 178964 B1	20-03-1999
WO 0028190	A	18-05-2000	WO 0028190 A1	18-05-2000
			DE 59910772 D1	11-11-2004
			EP 1131537 A1	12-09-2001
			JP 2002529646 T	10-09-2002
			US 2002009361 A1	24-01-2002
US 2003223863	A1	04-12-2003	JP 2004003492 A	08-01-2004

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/000498

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F01D11/22 F01D11/02 F04D29/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F01D F04D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 056 986 A (SILVESTRI JR GEORGE J ET AL) 15. Oktober 1991 (1991-10-15) Spalte 1, Zeile 12 - Spalte 2, Zeile 39 Spalte 3, Zeile 64 - Spalte 4, Zeile 66 Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildungen 1,3,6,7A	1-9
A	WO 00/28190 A (REICHERT ARND ;BECKER BERNARD (DE); SIEMENS AG (DE)) 18. Mai 2000 (2000-05-18) in der Anmeldung erwähnt Seite 10, Zeile 11 - Zeile 23 Seite 12, Zeile 18 - Seite 13, Zeile 7 Seite 16, Zeile 6 - Zeile 30 Zusammenfassung; Abbildungen 1,6 ----- -/-	1-7

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

A Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

30. März 2005

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

11/04/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

O'Shea, G

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2003/223863 A1 (YURI MASANORI ET AL) 4. Dezember 2003 (2003-12-04) Absatz '0002! Absatz '0012! Absatz '0036! - Absatz '0038! Absatz '0053! - Absatz '0054! Abbildungen -----	1-7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/000498

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5056986	A	15-10-1991	CA	2030463 A1	23-05-1991
			CN	1051961 A	05-06-1991
			ES	2026797 A6	01-05-1992
			IT	1244079 B	05-07-1994
			JP	2972323 B2	08-11-1999
			JP	3179107 A	05-08-1991
			KR	178964 B1	20-03-1999
WO 0028190	A	18-05-2000	WO	0028190 A1	18-05-2000
			DE	59910772 D1	11-11-2004
			EP	1131537 A1	12-09-2001
			JP	2002529646 T	10-09-2002
			US	2002009361 A1	24-01-2002
US 2003223863	A1	04-12-2003	JP	2004003492 A	08-01-2004

Campbell, Barbara@PCT

From: U.S._Postal_Service_ [U.S._Postal_Service@usps.com]
Sent: Saturday, June 14, 2008 7:47 AM
To: Campbell, Barbara@PCT
Subject: U.S. Postal Service Track & Confirm email Restoration - EQ76 2532 025U S

This is a post-only message. Please do not respond.

Barbara Campbell has requested that you receive this restoration information for Track & Confirm as listed below.

Current Track & Confirm e-mail information provided by the U.S. Postal Service.

Label Number: EQ76 2532 025U S

Service Type: Express Mail - Post Office to Addressee

Shipment Activity	Location	Date & Time
Delivered	ALEXANDRIA VA 22313	07/21/06 9:20am
Arrival at Unit	DULLES VA 20102	07/21/06 7:25am
Processed	ORLANDO FL 32862	07/20/06 7:23pm
Acceptance	ORLANDO FL 32828	07/20/06 5:25pm

USPS has not verified the validity of any email addresses submitted via its online Track & Confirm tool.

For more information, or if you have additional questions on Track & Confirm services and features, please visit the Frequently Asked Questions (FAQs) section of our Track & Confirm site at <http://www.usps.com/shipping/trackandconfirmfaqs.htm>